

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-014997

(43)Date of publication of application : 17.01.1995

(51)Int.Cl.

H01L 27/14  
G02B 3/00

(21)Application number : 05-147645

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 18.06.1993

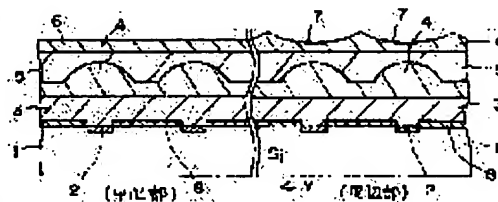
(72)Inventor : TAURA YOSHIHIRO

## (54) SOLID-STATE IMAGING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce f-value dependency, shading, and smears, by forming an upper layer on a micro condenser lens with an intermediate layer in between, and a refractive member in a body at least on a peripheral part in the upper layer for refracting an incident light vertically.

**CONSTITUTION:** On a light receiving part, a second lens layer 6 is formed above a micro condenser lens 4 with an intermediate layer in between, while a micro concave lens 7 with divergence property is formed at a part corresponding to the peripheral part of an imaging region. Then, the micro concave lens 7 is formed only at a part related to the peripheral part to the imaging region, so the central region corresponding to the central part of the imaging region becomes flat, and this central region has good efficiency in convergence when the light is cast to the light receiving part 2. In this way, the overall imaging region has uniform efficiency in convergence, and the sensitivity can be improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3240752

[Date of registration]

19.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

19.10.2004

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-14997

(43) 公開日 平成7年(1995)1月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 27/14

G 0 2 B 3/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8106-2K

7210-4M

H 0 1 L 27/14

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願平5-147645

(22) 出願日 平成5年(1993)6月18日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 田浦 義弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

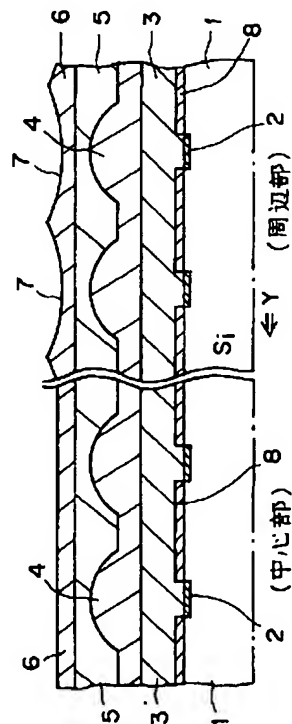
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子

(57) 【要約】

【目的】 マイクロ集光レンズの対物レンズによるF値依存、シェーディング等の低減、並びに斜めの入射光で問題となっていたスミアの発生の低減を図る。

【構成】 シリコン基板1の表面に、イメージエリアを構成する多数の受光部2が形成され、これら受光部2を含む全面に平坦化膜3が形成され、更に平坦化膜3において、各受光部2に対応した位置にマイクロ集光レンズ4が形成されたイメージセンサにおいて、各マイクロ集光レンズ4上に中間層5を挟んでその上部に第2のレンズ層6を形成し、特に、撮像領域の周辺部に、各マイクロ集光レンズに対応して光発散特性を有する凹レンズ形状の部材(マイクロ凹レンズ)7を一体に形成して構成する。この場合、マイクロ集光レンズ4、マイクロ凹レンズ及び中間層の屈折率をそれぞれ $n_1$ 、 $n_2$ 、及び $n$ 、としたとき、 $n_1 > n$ 、 $n_2 > n$ 、及び $n_1 \geq 1$ とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数の受光部が配列されて構成された撮像領域の各受光部上に、それぞれマイクロ集光レンズが形成された固体撮像素子において、上記マイクロ集光レンズ上に、中間層を介して上部層が形成され、

上記上部層中、少なくとも周辺部の上面に、入射光を鉛直方向に屈折させる屈折部材が一体に形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 上記屈折部材は、上記各マイクロ集光レンズに対応して形成されたマイクロ発散レンズであること  
10 を特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 上記屈折部材は、各マイクロ集光レンズに対応して形成され、かつ上記撮像領域の中央部に向かって下方に傾斜するテーパ面を有することを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項4】 上記マイクロ集光レンズ、上記上部層及び上記中間層の屈折率をそれぞれ $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ としたとき、 $n_1 > n_3$ 、 $n_2 > n_3$ 、及び $n_3 \geq 1$ の関係を有することを特徴とする請求項1、2又は3記載の固体撮像素子。  
20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、固体撮像素子に関するもので、特に、その受光部上にそれぞれマイクロ集光レンズを形成した固体撮像素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、固体撮像素子、例えばCCD固体撮像素子は、そのCCDにおける信号電荷及び雑音と像面照度との関係をみた場合、低照度側において、信号電荷のゆらぎによる雑音（ショット雑音）及び暗時雑音の影響が大きくなるということが知られている。

【0003】上記ショット雑音を減らすには、受光部の開口率を大きくすればよいが、最近の微細化傾向に伴い、上記開口率の増大化には限界がある。そこで現在、受光部上にマイクロ集光レンズを形成した構造の場合、光の利用率が上がり、受光部における感度の向上を図ることができ、上記ショット雑音の低減化に有効となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、対物レンズ（ビデオレンズ）のF値を小さくする（絞り解放に近づける）際に、入射光線の、上記対物レンズ中心を通る法線からの角度が大きくなるので、CCD固体撮像素子の受光部に効率よく入射光が集光されず、感度が低下するという問題がある。これは、マイクロ集光レンズが平行光線の入射に対して最適な集光となるように設計されているためである。

【0005】また、上記対物レンズ中心を通る法線からの角度が大きい入射光がV（垂直）転送電極下に進入することにより、画面に白い縦筋が現れるスミア現象が発  
50

生するという問題もある。

【0006】さらに、上記対物レンズの射出瞳距離が短いと、やはり入射光の角度が大きくなり、そのために周辺部のセンサに集光されず、シェーディングを生じるといった問題もある。

【0007】本発明は、上記課題に鑑みて提案されたものであり、その目的とするところは、マイクロ集光レンズの対物レンズによるF値依存、シェーディング等を低減することができ、しかも斜めの入射光で問題となっていたスミアの発生も低減することができる固体撮像素子を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、多数の受光部2が配列されて構成された撮像領域の各受光部2上に、それぞれマイクロ集光レンズ4が形成された固体撮像素子において、マイクロ集光レンズ4上に、中間層5を介して上部層6を形成し、この上部層6中、少なくとも周辺部の上面に、入射光Lを鉛直方向に屈折させる屈折部材を一体に形成して構成する。

【0009】この場合、上記屈折部材としては、各マイクロ集光レンズ4に対応して形成されたマイクロ発散レンズ7とすることができ、あるいは各マイクロ集光レンズ4に対応して形成され、かつ撮像領域の中央部に向かって下方に傾斜するテーパ面11とすることができ。

【0010】また、マイクロ集光レンズ4、上部層6及び中間層5の屈折率をそれぞれ $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ としたとき、 $n_1 > n_3$ 、 $n_2 > n_3$ 、及び $n_3 \geq 1$ の関係にすることが好ましい。

## 【0011】

【作用】本発明に係る固体撮像素子においては、撮像領域の周辺部において、斜め入射される光Lが、まず、上部層6の屈折部材にて鉛直方向に屈折される。即ち、撮像領域の中央部側内方に向かって屈折される。これによって、撮像領域の周辺部において、上部層6に対して斜め入射された光Lは、マイクロ集光レンズ4側に導かれることになる。その結果、撮像領域の中央部及び周辺部全体にかけて、受光部2に効率よく入射光Lが集光されるようになり、撮像領域全体に入射する光Lを有効利用することができ、感度の向上を図ることが可能となる。

【0012】特に、上記マイクロ集光レンズ4、上部層6及び中間層5の屈折率をそれぞれ $n_1$ 、 $n_2$ 及び $n_3$ としたとき、 $n_1 > n_3$ 、 $n_2 > n_3$ 、及び $n_3 \geq 1$ の関係にすることにより、上部層6と中間層5との界面において、上部層6と中間層5との屈折率の違いから、わずかに撮像領域の周辺部側外方に向かって屈折されることになる。

【0013】これによって、上部層6の屈折部材による光屈折をわずかに修正し、上部層6に対して斜め入射された光Lが下層のマイクロ集光レンズ4に向かって誘導されることと等価になり、この中間層5を透過した光L

は、マイクロ集光レンズ4によって受光部2側に効率よく集光されることになる。

【0014】従って、この場合、撮像領域全体に入射する光Lを受光部へ有効に集光させることができ、更に感度の向上を図ることが可能となる。

【0015】

【実施例】以下、本発明に係る固体撮像素子を、ビデオカメラ用のイメージセンサに適用したいくつかの実施例を図1～図10を参照しながら説明する。

【0016】まず、第1実施例に係るイメージセンサは、図1に示すように、矢印Yの方向が中心部となる撮像領域の周辺部において、シリコン基板1の表面に、イメージエリアを構成する多数の受光部2が形成され、これら受光部2を含む全面に平坦化膜3が形成され、そして、この平坦化膜3上において、各々の上記受光部2に対応した位置にマイクロ集光レンズ4が形成されている。

【0017】更に、この第1実施例においては、各々の集光レンズ4上に中間層5を挟んでその上部に第2のレンズ層6が形成され、特に、撮像領域の周辺部（この図においては、右側周辺部を示す）に、各マイクロ集光レンズに対応して光発散特性を有する凹レンズ形状の部材（以下、単にマイクロ凹レンズと記す）7が一体に形成されて構成されている。なお、この図1において、8は転送電極及び遮光膜の形成による段差を模式的に示すものである。

【0018】上記第2のレンズ層6は、図1に示すように、上記撮像領域の中心部においては、上記マイクロ凹レンズ7は形成せず、平坦な面となっている。

【0019】上記マイクロ凹レンズ7は、中間層5の屈折率 $n_1$ 、よりも高い屈折率 $n_2$ を有する材料、例えば光学材料であるPMMA（メタクリル樹脂）等の樹脂を用いて作製される。このマイクロ凹レンズ7は、いわゆるウェットエッチング等の等方性エッチングを用いて容易に作製可能である。マイクロ集光レンズ4についても、中間層5の屈折率 $n_1$ 、よりも高い屈折率 $n_1$ を有する材料を用いている。また、中間層5は、屈折率が低いものであればよいので、例えば屈折率が1である空気層としてもよい。

【0020】すなわち、第1実施例に係るイメージセンサの上記マイクロ集光レンズ4の屈折率 $n_1$ 、中間層5の屈折率 $n_1$ 、及びマイクロ凹レンズ7の屈折率 $n_2$ の関係を式を用いて表せば、 $n_1 > n_1$ 、 $n_2 > n_1$ 、及び $n_2 \geq 1$ となる。中間層5の材料として、マイクロ集光レンズ4の材料及びマイクロ凹レンズ7の材料の屈折率の値に近い値を有する材料を用いると、入射光が受光部2に良好に集光されないおそれがあるため、上記関係式を満足する材料を選定することが望ましい。

【0021】次に、上記撮像領域に入射する入射光の光路について説明する。一般に、図2に示すように、光学

部品である凹レンズ21に平行光線を入射すると、焦点を結ばずに発散するが、この凹レンズ21に、収束する光線Lを入射すると、平行に近い光線が得られる。

【0022】上記第1実施例においては、この凹レンズ21の特性を利用して、撮像領域の周辺部における第2のレンズ層の上部にマイクロ凹レンズ7を一体に形成する。これによって、ビデオレンズからの角度の大きい斜め入射光は、上記マイクロ凹レンズ7で角度の小さい光線に修正され、下層のマイクロ集光レンズ4に入射されることになる。

【0023】ここで、第1実施例の上記第2のレンズ層6及び中間層5を形成せずに、従来のイメージセンサと同様の構成を有するイメージセンサについて、その入射光の光路を主体にして説明すると、まず、撮像領域の中心部においては、図3に示すように、マイクロ集光レンズ4にはほぼ垂直に入射する光Lは、このマイクロ集光レンズ4の表面にて屈折する。すなわち、Z軸方向に沿って（すなわち入射角 $\theta = 0$ で）入射した上記光Lは、マイクロ集光レンズ4の表面において受光部2側に屈折し、受光部2に効率よく入射することになる。

【0024】このように、入射される光の角度（入射角）が小さいときは、マイクロ集光レンズ4は、平行光線が受光部2に効率よく集光されるように設計されているために問題はないが、上記入射角は、撮像領域の周辺部においては比較的大きな値となるので、図4（図中、矢印Yは撮像領域の中心部側を示す方向である）に示すように、効率よく受光部に集光させることができず、Z軸に対して斜めに入射した光Lは、マイクロ集光レンズ4の表面で屈折することになるが、その屈折率が小さく、そのため入射光が受光部2から外れてしまう場合がある。

【0025】そこで、上記第1実施例においては、図5に示すように、マイクロ集光レンズ上に、発散特性を有するマイクロ凹レンズ7を設けて構成する。この図5は、上記図1に示したイメージセンサの撮像領域の周辺部（図中、矢印Yは撮像領域の中心部側を示す方向である）について示す図である。ここでは比較のために、第2のレンズ層（マイクロ凹レンズ7）及び中間層がない場合の光Lの光路を破線で示している。

【0026】上記マイクロ凹レンズ7に入射した光Lは、まず、マイクロ凹レンズ7の特性によって屈折する。すなわち、Z軸方向に対して斜め入射した光Lは、マイクロ凹レンズ7の表面にて、Z軸方向に対して撮像領域の中心部側内方に屈折する。

【0027】さらに、マイクロ凹レンズ7を通過した光Lは、このマイクロ凹レンズ7の屈折率 $n_2$ よりも小さい屈折率 $n_1$ （ $1 \leq n_1 < n_2$ ）を有する中間層5に入射し、この屈折率の差によって、Z軸方向に対して撮像領域の周辺部側外方にわずかに屈折する。この屈折によって、光Lはマイクロ集光レンズ4側に導かれることに

なる。

【0028】そして、上記中間層5を通過した光Lは、マイクロ集光レンズ4の表面にて、Z軸方向に対して撮像領域の中央部側内方に屈折し、下層の平坦化膜3の表面にて幾分屈折して、最終的にシリコン基板1上に形成された受光部2に入射することになる。

【0029】上述のように、上記第1実施例によれば、受光部2上に形成されたマイクロ集光レンズ4の上部に、中間層5を挟んで第2のレンズ層を形成し、特に、撮像領域の周辺部に対応する部分に発散特性を有するマイクロ凹レンズ7を形成したので、以下に示す効果が生じる。

【0030】即ち、図5に示すように、撮像領域の周辺部に斜め入射した光Lは、マイクロ凹レンズ7による撮像領域の中央部側内方への屈折作用及び中間層5によるマイクロ集光レンズ4方向への屈折作用によって、マイクロ集光レンズ4の表面に達する際に、破線で示す入射光Lと比較して、一様に矢印Yの方向にシフトすることになる。つまり、上記斜め入射光Lは、第2のレンズ層6におけるマイクロ凹レンズ7にて鉛直方向に屈折され、撮像領域の中央部側内方に向かうことになる。

【0031】この第2のレンズ層6を通過した光Lは、次の第2のレンズ層6と中間層5との界面において、第2のレンズ層6と中間層5との屈折率の違いから、わずかに撮像領域の周辺部側外方に向かって屈折されることになる。

【0032】これによって、第2のレンズ層6の上記マイクロ凹レンズ7による光屈折をわずかに修正し、第2のレンズ層6に対して斜め入射された光Lが、下層のマイクロ集光レンズ4に向かって導かれることと等価になり、この中間層5を透過した光Lは、マイクロ集光レンズ4によって受光部2側に集光されることになる。

【0033】このように、上記第1実施例に係るイメージセンサにおいては、特に、撮像領域の周辺部において、第2のレンズ層6に一体に形成されたマイクロ凹レンズ7及びその下層の中間層5によって、斜め入射光Lのマイクロ集光レンズ4による受光部2への集光が調整され、効率よく受光部2に集光させることが可能となる。

【0034】また、この第1実施例においては、第2のレンズ層6に対して、撮像領域の全体に一樣にマイクロ凹レンズ7を形成することはせず、撮像領域の周辺部のみ対応した領域にマイクロ凹レンズ7を形成するようにし、撮像領域の中央部に対応する領域は、平坦な面としたので、撮像領域の中央部において入射光Lの受光部2に対する集光効率が低下するということがなく、撮像領域の全体の集光効率を一樣にすることが可能となり、更に感度の向上を図ることができる。

【0035】次に、上記第1実施例のいくつかの変形例を図6～図8を参照しながら説明する。なお、図1と対

応するものについては同符号を記す。

【0036】まず、第1の変形例を図6に示す。この第1の変形例は、上記第1実施例とほぼ同様の構成を有するが、マイクロ集光レンズ4の頂点Pからマイクロ凹レンズ7までの距離を、撮像領域の周辺部と中心部とで各々S、Tとしたとき、 $S < T$ の関係になるように中間層6が形成されている点と、撮像領域の中央部に対応する領域にも、周辺部に対応する領域に形成されたマイクロ凹レンズ7と同じ形状のマイクロ凹レンズ7が形成されている点で異なる。この第1の変形例においても、上記第1実施例と同様に、撮像領域の中央部及び周辺部全体にかけて、受光部2に効率よく入射光Lを集光させることができ、その結果、撮像領域全体に入射する光Lを有効利用することができ、感度の向上を図ることが可能となる。

【0037】次に、第2の変形例を図7に示す。この第2の変形例は、上記第1実施例とほぼ同様の構成を有するが、第2のレンズ層6の全面に、マイクロ凹レンズ7が形成されている点と、撮像領域の中心部から周辺部へ向かうにつれて、マイクロ凹レンズ7の曲率半径が小さくなっている点で異なる。この第2の変形例においても、上記第1実施例と同様に、撮像領域の中央部及び周辺部全体にかけて、受光部2に効率よく入射光Lを集光させることができ、その結果、撮像領域全体に入射する光Lを有効利用することができ、感度の向上を図ることが可能となる。

【0038】次に、第3の変形例を図8に示す。この第3の変形例は、第2の変形例とほぼ同様の構成を有するが、マイクロ凹レンズ7の中心を通る線mとマイクロ集光レンズ4の中心を通る線nとの距離dが、撮像領域の中心部から周辺部へ向かう程、大きくなっている点で異なる。なお、撮像領域の中央部においては、上記距離dはほぼ零に設定されている。この第3の変形例においても、上記第1実施例と同様に、撮像領域の中央部及び周辺部全体にかけて、受光部2に効率よく入射光Lを集光させることができ、その結果、撮像領域全体に入射する光Lを有効利用することができ、感度の向上を図ることが可能となる。

【0039】次に、第2実施例に係るイメージセンサについて図9及び図10を参照しながら説明する。なお、図1と対応するものについては同符号を記す。

【0040】この第2実施例に係るイメージセンサは、図9に示すように、上記第1実施例とほぼ同様の構成を有するが、第2のレンズ層6中、撮像領域の周辺部に対応する領域に、撮像領域の中央部に向かって下方に傾斜するテーパ面11が形成されている点で異なる。各テーパ面11の傾斜角 $\theta$ は、周辺部側外方へ向かうにつれて増大するように設定されている。

【0041】次に、この第2実施例に係るイメージセンサの撮像領域に入射する入射光Lの光路について図10

10

20

30

40

50

を参照しながら説明する。この図10は、撮像領域の右側周辺部（図中、矢印Yは撮像領域の中心部を示す方向である）について示す図である。ここでは比較のために、第2のレンズ層6（テーパー面11）及び中間層5がない場合の光Lの光路を破線で示している。

【0042】上記第2のレンズ層6に入射した光Lは、まず、テーパー面11によって屈折する。すなわち、Z軸方向に対して斜め入射した光Lは、テーパー面11の表面にて、Z軸方向に対して撮像領域の中心部側内方に屈折する。

【0043】第2のレンズ層6を通過した光Lは、第2のレンズ層6の屈折率 $n_2$ よりも小さい屈折率 $n_3$ （ $1 \leq n_3 < n_2$ ）を有する中間層5に入射し、この屈折率の差によって、Z軸方向に対して撮像領域の周辺部側外方にわずかに屈折する。この屈折によって、光Lはマイクロ集光レンズ4側に導かれることになる。

【0044】そして、上記中間層5に入射した光Lは、マイクロ集光レンズ4の表面にて、Z軸方向に対して撮像領域の中央部側内方に屈折し、下層の平坦化膜3の表面にて幾分屈折して、最終的にシリコン基板1上に形成された受光部2に入射することになる。

【0045】このように、上記第2実施例に係るイメージセンサにおいては、上記第1実施例に係るイメージセンサと同様に、撮像領域の周辺部において、第2のレンズ層6に一体に形成されたテーパー面11及びその下層の中間層5によって、斜め入射光Lのマイクロ集光レンズ4による受光部2への集光が調整され、効率よく受光部2に集光させることが可能となる。これにより、感度の向上を図ることができる。

【0046】また、この第2実施例においては、上記撮像領域の中心部に対応するテーパー面の傾斜角を零、つまり平坦面にしたので、撮像領域の全体の集光効率を一様にする事が可能となり、更に感度の向上を図ることができる。

【0047】なお、この第2実施例においても、上記撮像領域に対する全体の集光効率を一様にするために、第1実施例の各種変形例と同様の構成とすることもできる。すなわち、撮像領域の中心部の中間層5の厚さを薄くすること（第1の変形例に対応）や、撮像領域の周辺部へ向かう程、マイクロ集光レンズ4の中心位置とテーパー面11の中心位置とをずらす（第3の変形例に対応）等である。

【0048】上記第1実施例及び各種変形例並びに第2実施例においては、主にイメージセンサの撮像領域の中心部と右側周辺部の構成を主体にして説明したが、もちろん撮像領域の左側周辺部についても同様な構成をとることができる。

【0049】

【発明の効果】本発明に係る固体撮像素子によれば、多数の受光部が配列されて構成された撮像領域の各受光部

上に、それぞれマイクロ集光レンズが形成された固体撮像素子において、上記マイクロ集光レンズ上に、中間層を介して上部層を形成し、上記上部層中、少なくとも周辺部の上面に、入射光を鉛直方向に屈折させる屈折部材を一体に形成するようにしたので、撮像領域全体に入射する光を有効利用することができ、対物レンズによるF値依存、シェーディング等を低減させることが可能となる。しかも、斜め入射光に起因するスミアを低減させることも可能となる。

10 【0050】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る固体撮像素子を、ビデオカメラ用のイメージセンサに適用した第1実施例（以下、単に第1実施例に係るイメージセンサと記す）の要部、特に撮像領域の中央部と右側周辺部を示す構成図である。

【図2】光学部品の凹レンズの発散特性を示す原理図である。

20 【図3】従来のイメージセンサと同様の構成を有するイメージセンサについて、その撮像領域の中央部における入射光の光路を説明するために参考に用いる構成図である。

【図4】従来のイメージセンサと同様の構成を有するイメージセンサについて、その撮像領域の周辺部における入射光の光路を説明するために参考に用いる構成図である。

【図5】第1実施例に係るイメージセンサにおける撮像領域の周辺部を入射光路と共に拡大して示す構成図である。

30 【図6】第1実施例に係るイメージセンサの第1の変形例を示す構成図である。

【図7】第1実施例に係るイメージセンサの第2の変形例を示す構成図である。

【図8】第1実施例に係るイメージセンサの第2の変形例を示す構成図である。

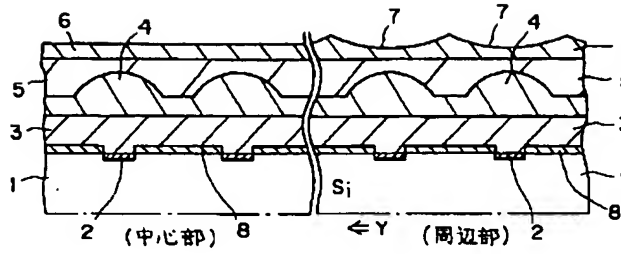
【図9】本発明に係る固体撮像素子を、ビデオカメラ用のイメージセンサに適用した第2実施例（以下、単に第2実施例に係るイメージセンサと記す）の要部、特に撮像領域の中央部と右側周辺部を示す構成図である。

40 【図10】第2実施例に係るイメージセンサにおける撮像領域の周辺部を入射光路と共に拡大して示す構成図である。

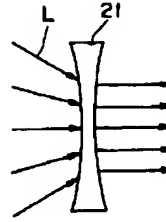
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 受光部
- 3 平坦膜
- 4 マイクロ集光レンズ
- 5 中間層
- 6 第2のレンズ層
- 7 マイクロ凹レンズ
- 11 テーパー面

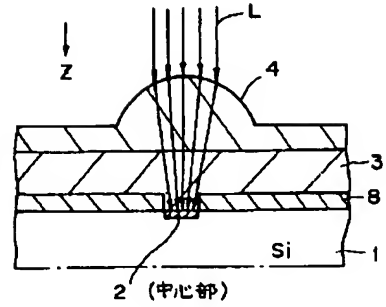
【圖 1】



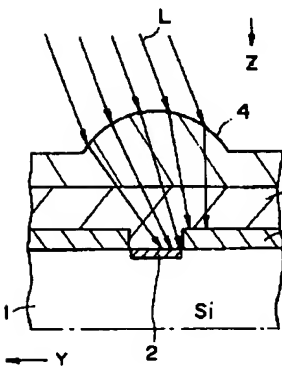
【図2】



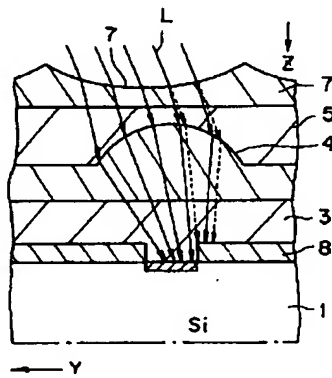
【圖3】



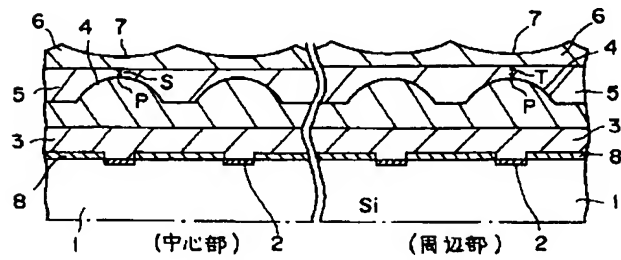
【図4】



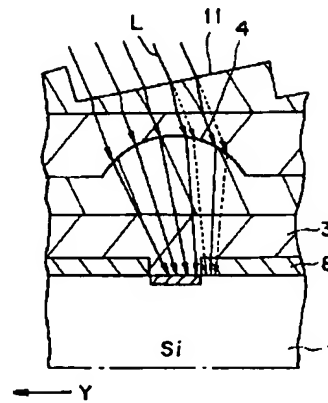
【圖5】



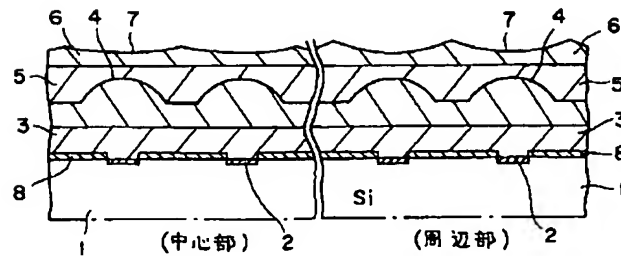
【図6】



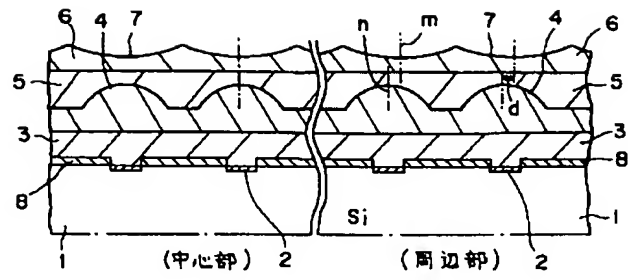
【図 10】



【図7】



【図8】



【図9】

